



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

HUANJING DIZHIXUE

环境地质学

● 徐恒力 等编著

地质出版社



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

环境地质学

徐恒力 等编著

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。全书由绪论、总论和分论组成。绪论部分介绍了环境地质学产生的历史背景,环境地质学的研究主题和本教材的学科定位。总论部分系统介绍了地质环境的概念、基本特征、地质环境系统的结构;地质环境系统演化的一般原理;地质环境问题与地质灾害的界定;地质环境问题防治的科学理论依据及主要途径等环境地质学的基本理论和研究方法。分论部分就我国常见的12类地质环境问题逐一进行了论述,内容包括各种地质环境问题的基本概念、分布特点及危害、形成的原因、发生的地质学机理,以及防范、治理的技术措施等。

本书可作为环境地质、地下水科学与工程、地质工程等与地质学相关专业本科生和研究生的教材,也可供教师和科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

环境地质学/徐恒力等编著. —北京:地质出版社,
2009.9

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
ISBN 978-7-116-06153-8

I. 环… II. 徐… III. 环境地质学-高等学校-教材
IV. X141

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第176001号

责任编辑:李凯明 李惠娣

责任校对:杜悦

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路31号,100083

电 话:(010)82324508(邮购部);(010)82324514(编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:zbs@gph.com.cn

传 真:(010)82324340

印 刷:北京地质印刷厂

开 本:787mm×1092mm¹/₁₆

印 张:17.5

字 数:420千字

印 数:1—3000册

版 次:2009年9月北京第1版·第1次印刷

审 图 号:GS(2009)1376号

定 价:24.00元

书 号:ISBN 978-7-116-06153-8

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

前 言

地质环境是各种自然资源的提供者，也是人类生产、生活与从事各种社会活动的空间场所。在全球人口快速增长、资源短缺、环境日趋恶化的今天，地质环境被关注的程度已超过了以往任何一个历史时期。

地质环境问题遍及全世界每一个地方，有些问题具有突发的特点，一旦发生就可能造成灾难性的后果；另一些则以缓慢、累进的形式不断发展，蚕食着国土资源，给国民经济造成损害。我国是世界上地质环境问题种类最齐全、分布最广泛、危害最严重的国家之一，日益频发的地质环境问题不仅对我国民众的生命财产安全构成威胁，而且也成为许多地区制约经济快速发展的主要原因。在这些背景下产生的环境地质学必然要担负起研究地质环境、化解地质环境问题危害的重任。

环境地质学是伴随着地质科学、环境科学的发展而逐渐形成的，尽管在其 30 多年的酝酿、构建内容体系的过程中，吸纳了这两门学科的许多成果和理论精华，但也面临着自身发展中的种种挑战。作为地质科学的一个现代分支，它必然也必须汲取其他分支学科新的理论和研究方法，并在系统科学思维的框架下予以整合，而不应只停留在对环境科学的地质学诠释阶段，或作为传统地质学内部分化、重组、拼合的产物。基于这种思考，本教材力图以系统科学理论为指导，从地质学的角度阐明地质环境问题的本质、产生的根源以及与地质环境系统演化的内在联系，并就我国普遍存在的 12 类地质环境问题进行专题性的论述。

本书的内容编排基本保持了作者最近十余年为本科生、研究生讲课的体系，此次编写在章节上做了进一步的调整、补充和完善。在编写过程中，作者仔细阅读了先前各兄弟院校的同类教材，并查阅了大量国内外科研文献，从中得到了不少启发。这些资料为提高本教材的质量提供了很大帮助。

本书的内容共分为三部分。

第一部分是绪论，主要介绍环境地质学形成的社会背景和学科背景，环境地质学的研究主题和本教材的学科定位。

第二部分为总论，是环境地质学基础理论的阐述，从地球系统科学的角度解释了地质环境系统的概念、组成要素及结构特征；并从一般系统演化的

规律出发,讨论了地质环境系统演化的内在机理、演化的阶段及其与地质环境问题的内在联系。在总论中,还围绕地质环境问题与地质灾害的隶属关系、地质环境问题的分类体系、地质环境问题的防治途径,以及我国地质环境问题多发的原因等做了较详细的分析。

为了达到拓宽基础、强化综合分析和培养应用能力的教学目的,除理论的阐述外,本书还安排了第三部分即分论。分论共12章,为满足实际工作的需要,每章围绕一种地质环境问题展开,主要介绍相关的概念、类型划分、在我国分布的地域、成因和发生机理,以及防范治理的技术措施等内容。

书中内容可选择性地用于本科生的课堂教学,本书也可作为具有一定地质学知识背景的其他专业研究生的教材。

本教材由徐恒力担任主编,具体撰写分工如下:绪论、总论由徐恒力完成;分论的第一、二、三、四章由徐恒力、周建伟合作完成;第五、六、七、八章由徐恒力、甘义群合作完成;第九、十、十一、十二章由徐恒力、孙自永合作完成。全书最后由徐恒力统编定稿。

本书的立项、组织编写过程得到了中国地质大学(武汉)和地质出版社的关心与鼎力支持,并给予了经费资助。地质出版社的同志为本书的出版付出了辛勤劳动。周少卿和王萍同志在文字整理与图件清绘方面做了许多工作。在本书付梓之际,作者对上述单位和同志表示衷心的感谢。

编著者

2009年7月28日

目 次

前 言

绪 论	(1)
一、环境地质学产生的历史背景	(1)
二、环境地质学的研究主题	(3)
三、环境地质学的学科定位	(8)

总论——环境地质学的基本理论

第一章 环境与地质环境	(10)
第一节 环境的概念	(10)
一、广义的环境概念	(10)
二、环境科学中的环境概念	(11)
第二节 地质环境的概念	(11)
一、地质环境的定义	(11)
二、地质环境的实体系统	(12)
第三节 地质环境的基本特性	(14)
一、地质环境以系统的方式存在	(14)
二、地质环境是开放系统	(15)
三、地质环境是有层次的	(15)
四、地质环境是不断演化的	(16)
五、地质环境具有自然和社会的双重属性	(17)
第四节 地质环境系统的组成要素及结构	(18)
一、地质环境系统的组成要素	(18)
二、地质环境系统的结构	(18)
第二章 地质环境系统演化的一般原理	(21)
第一节 关于系统演化的若干基本概念	(21)
一、演化与变化	(21)
二、宏观与微观	(21)
三、稳定与平衡	(21)
四、输入、响应、输出	(22)
五、涨落	(23)
第二节 地质环境系统演化的外部条件	(25)
一、输入与响应的关系	(25)

二、系统演化的外部条件	(27)
第三节 地质环境系统演化的内在机理	(29)
一、地质环境系统的自组织	(29)
二、地质环境系统如何从稳定走向失稳	(29)
第四节 地质环境系统演化的几个阶段	(30)
一、稳定阶段	(30)
二、失稳阶段	(31)
三、稳态重建阶段	(34)
第三章 地质环境问题与地质灾害	(36)
第一节 地质环境问题及其地质属性的分类	(36)
一、地质环境问题的定义	(36)
二、从地质属性的角度对地质环境问题的分类	(36)
第二节 地质灾害的概念	(37)
一、地质灾害的概念	(37)
二、区分地质灾害和地质环境问题的必要性	(38)
第三节 地质环境问题的环境地质学分类	(39)
一、地质环境问题的环境地质学分类方案	(39)
二、分类方案的说明	(40)
第四节 地质灾害与渐进性地质环境问题的联系	(40)
一、在同一地区地质灾害和渐进性地质环境问题可以同时发生	(41)
二、地质灾害与渐进性地质环境问题可相互影响	(41)
三、地质灾害发生前都有一个短暂的渐进性变化过程	(41)
第五节 地质环境问题的防治途径	(43)
一、概述	(43)
二、地质灾害防治的两个基本途径	(43)
第六节 我国地质环境问题多发的原因	(44)
一、新构造运动活跃	(44)
二、特殊的地形和地质条件	(45)
三、特殊的气候条件	(46)
四、人口过多、资源不足	(46)

分论——若干地质环境问题的论述

第一章 地震	(48)
第一节 地震的概念	(48)
一、地震和地震波	(48)
二、地震的要素	(48)
第二节 我国地震的分布、危害及特点	(49)

一、我国地震带的分布	(49)
二、地震的危害	(50)
三、我国地震灾害的特点	(52)
第三节 地震的形成机理及发生原因	(54)
一、地震形成的机理	(54)
二、地震发生的原因	(56)
第四节 地震震级、烈度及地震效应	(58)
一、地震震级	(58)
二、地震烈度	(59)
三、地震效应	(63)
第五节 地震的活动特点与地震防范	(65)
一、地震活动的特点	(65)
二、地震的预报	(66)
三、地震灾害的防范	(66)
第二章 崩塌	(69)
第一节 崩塌的概念与分类	(69)
一、崩塌的概念	(69)
二、崩塌的分类	(69)
第二节 我国崩塌的现状与危害	(71)
一、我国崩塌分布现状	(71)
二、崩塌的主要危害	(71)
第三节 崩塌的形成条件及发生机理	(74)
一、崩塌的形成条件	(74)
二、崩塌的形成机理	(75)
第四节 潜在崩塌体稳定性分析	(80)
一、地质历史分析法	(80)
二、数理分析法	(81)
第五节 崩塌的防治	(83)
一、防治原则	(83)
二、崩塌灾害防治的一般措施	(84)
第三章 滑坡	(88)
第一节 滑坡概述	(88)
一、滑坡的定义	(88)
二、滑坡的形态	(88)
第二节 滑坡各形态要素的特征及滑坡的分类	(91)
一、滑坡各形态要素的发育特征	(91)
二、滑坡的分类	(92)

第三节	我国滑坡灾害的概况	(94)
第四节	滑坡的成因机理	(96)
一、	斜坡的应力分布特征及影响因素	(96)
二、	滑坡的力学成因	(97)
三、	产生滑坡的主要因素	(97)
四、	滑坡体运动的几个阶段	(99)
第五节	滑坡稳定性分析	(100)
一、	滑坡稳定性评价	(100)
二、	滑坡的预报	(102)
第六节	滑坡的防治	(103)
一、	防治原则	(103)
二、	防治措施	(104)
第四章	泥石流	(108)
第一节	泥石流的定义及分类	(108)
一、	泥石流的定义	(108)
二、	泥石流的分类	(108)
第二节	我国泥石流发育区的分布及危害	(111)
一、	我国泥石流发育区的分布概况	(111)
二、	泥石流的危害	(113)
第三节	泥石流的形成条件	(115)
一、	泥石流形成的内部条件	(115)
二、	泥石流形成的外部条件	(118)
第四节	泥石流的预测、预报	(119)
一、	泥石流的时空预测	(119)
二、	泥石流的时间预报	(120)
三、	泥石流基本特征值的确定	(121)
第五节	泥石流的成灾机理及其防治措施	(122)
一、	泥石流的成灾机理	(122)
二、	泥石流灾害的防治措施	(123)
第五章	地面塌陷	(126)
第一节	地面塌陷的概述	(126)
第二节	我国地面塌陷分布的特点	(126)
一、	我国地面塌陷的分布	(126)
二、	地面塌陷的危害	(129)
第三节	地面塌陷的形成条件及发生机理	(130)
一、	地面塌陷的形成条件	(130)
二、	地面塌陷发生的机理	(133)

第四节	地面塌陷的防治	(135)
一、	岩溶地面塌陷的防治	(135)
二、	矿山采空区地面塌陷的防治	(135)
第六章	地面沉降	(137)
第一节	地面沉降概述	(137)
一、	构造运动引起的地面沉降	(137)
二、	地面加载引起的地面沉降	(137)
三、	地下水、石油、天然气开采引起的地面沉降	(137)
第二节	我国地面沉降的分布特点及危害	(138)
一、	我国地面沉降的分布	(138)
二、	地面沉降的危害	(140)
第三节	地面沉降的形成机理	(141)
一、	饱水多孔介质含水层的失水压密原理	(141)
二、	开采条件下油、气储层压密固结原理	(143)
第四节	不同类型岩土失水压密特点	(143)
一、	砂砾质含水层失水压密特点	(143)
二、	黏性土的失水压密特点	(144)
第五节	地面沉降的时空特征	(146)
一、	地面沉降的变形形式	(146)
二、	地面沉降的影响因素及其对地面形变的作用	(147)
第六节	地面沉降的监测与防治	(148)
一、	地面沉降的监测	(149)
二、	地面沉降的防治	(150)
第七章	海水入侵	(152)
第一节	海水入侵的概念	(152)
一、	海水入侵的定义	(152)
二、	海水入侵发生的条件	(152)
第二节	中国海水入侵现象的发展现状	(153)
第三节	海水入侵的原因	(154)
一、	海平面上升	(154)
二、	陆地地下水水头下降	(155)
三、	其他原因	(155)
第四节	海水入侵的形成机理	(155)
一、	稳定分界面的静力平衡模式	(155)
二、	稳定分界面的动水压力平衡模式	(157)
三、	实际工作中咸淡水分界面的判别	(158)
第五节	海水入侵的防治	(159)

一、地下水系统软结构的调整	(159)
二、地下水系统硬结构的改变	(161)
第八章 地下水污染	(163)
第一节 地下水污染的概念	(163)
第二节 我国地下水污染的发展现状	(164)
一、污染现象普遍	(166)
二、污染程度发展较快	(166)
三、污染组分复杂	(166)
四、污染原因多样化	(167)
五、污染造成的后果严重	(167)
第三节 地下水的污染物及污染源	(168)
一、污染物的种类	(168)
二、污染源的种类	(169)
三、污染源的分布状态	(170)
第四节 地下水污染的特点和污染途径	(170)
一、地下水污染的特点	(170)
二、地下水污染途径	(171)
第五节 污染物在地下水中的迁移	(173)
一、污染物迁移中的物理、化学、生物效应	(173)
二、地下水动力作用对污染物迁移的影响	(175)
第六节 地下水污染的预测	(179)
一、污染物锋面推进距离的判断	(179)
二、污染物对水源地影响的预测	(182)
第七节 地下水污染防治	(186)
一、概述	(186)
二、预防地下水污染的技术措施	(187)
三、治理地下水污染的技术措施	(191)
第九章 水土流失	(192)
第一节 水土流失的概念	(192)
一、水土流失与土壤侵蚀的区别	(192)
二、水土流失是坡地系统失稳的过程	(192)
第二节 我国水土流失的特点	(193)
一、分布广泛	(193)
二、危害严重	(197)
第三节 水土流失的形成过程	(200)
一、产流过程	(200)
二、侵蚀过程	(200)

三、搬运过程·····	(203)
第四节 水土流失的发育条件·····	(204)
一、外界作用·····	(204)
二、内部结构·····	(206)
第五节 水土流失的区域特征·····	(208)
一、水土流失的 ETA 及其层次结构·····	(209)
二、水土流失的空间尺度效应·····	(210)
第六节 水土流失的防治·····	(212)
一、农业技术措施·····	(212)
二、生态措施·····	(213)
三、工程措施·····	(214)
第十章 土壤盐渍化 ·····	(215)
第一节 土壤盐渍化的概念·····	(215)
第二节 我国土壤盐渍化的特点·····	(215)
一、发展速度快·····	(215)
二、分布区域广·····	(216)
三、危害严重·····	(220)
第三节 土壤盐渍化的机理·····	(221)
一、形成条件·····	(221)
二、包气带与外部环境间的盐分交换·····	(224)
三、盐渍土形成的基本模式·····	(225)
第四节 土壤盐渍化的分级·····	(227)
一、土壤盐渍化的分级依据·····	(227)
二、土壤盐渍化程度的分级标准·····	(228)
三、盐化土与碱化土·····	(229)
第五节 土壤盐渍化的防治·····	(230)
一、减少土壤盐分的输入·····	(230)
二、增强土壤盐分的排出·····	(230)
三、改善包气带岩性结构·····	(231)
四、其他措施·····	(231)
第十一章 荒漠化 ·····	(232)
第一节 荒漠与荒漠化的概念·····	(232)
一、荒漠的概念·····	(232)
二、荒漠化·····	(232)
第二节 荒漠化的成因与类型·····	(233)
一、荒漠化的成因·····	(233)
二、荒漠化的类型·····	(235)

第三节 我国荒漠化的发展现状	(237)
一、分布范围广泛	(237)
二、发展速度快	(239)
三、危害严重	(239)
第四节 荒漠化形成的地质学机理	(241)
一、风力作用的动力学过程	(241)
二、风力侵蚀的影响因素	(243)
第五节 风蚀荒漠化的防治措施	(246)
一、防治风蚀荒漠化的基本原则	(246)
二、风蚀荒漠化的主要防治措施	(246)
第十二章 湿地退化	(250)
第一节 湿地与湿地退化的概念	(250)
一、湿地的概念	(250)
二、湿地的分类	(251)
三、湿地退化的概念	(251)
第二节 我国湿地退化的现状	(254)
一、湿地面积急剧减少	(254)
二、湿地生物量降低	(255)
三、湿地水量减少	(255)
四、湿地水质恶化	(255)
五、湿地土壤污染严重	(256)
第三节 湿地退化的原因	(256)
一、导致湿地退化的自然原因	(256)
二、导致湿地退化的人为原因	(258)
第四节 湿地退化的地质学机理	(259)
一、河流、湖泊的沼泽化	(259)
二、海滨沼泽化	(261)
三、沼泽的陆地化	(261)
第五节 湿地的保护	(261)
一、湿地保护的基本指导思想	(262)
二、湿地保护的措施	(262)
主要参考文献	(263)

绪 论

环境地质学作为新兴的学科产生于 20 世纪 70 年代，是一门综合性很强的应用地质学，也有人将它归入环境科学的范畴。到目前为止，环境地质学还处于构建自身理论体系，丰富研究内容，完善研究方法的阶段。有关环境地质学的定义也是“仁者见仁，智者见智”，尚未形成统一的说法。

为了便于读者思考，以推动该学科理论与实践的发展，在绪论中将讨论以下三个问题：①环境地质学产生的历史背景；②环境地质学的研究主题；③环境地质学的学科定位。

一、环境地质学产生的历史背景

环境地质学的酝酿与出现，有其特定的社会原因及学科发展的时代要求。

众所周知，第二次世界大战至今已过去半个多世纪，在这期间，世界上除局部军事冲突外，没有发生全球性的战争。长期的和平氛围为科学技术的发展、经济的繁荣提供了良好的条件。与此同时，社会生产力的提高、经济的迅猛发展也带来了新的问题，各种资源过量消耗，环境破坏日趋严重，其已给社会的安定，以及后代应享有的资源、环境的基本权利造成了威胁。

据统计，全球人口从人类出现到 1830 年达到 10 亿用了近百万年的时间，从 10 亿增长到 20 亿用了百年的时间；而第二次世界大战后，人口每增长 10 亿所用的时间由 30 年减少到 15 年；目前增长速度还在加快，总人口已突破 67 亿。人类为了生存和发展，必然要消耗资源，排放废物。有资料表明，目前全球每年采掘、运移的岩石和土壤总量达 1360 亿吨（有人认为达到 1710 亿吨），其已超过岩石圈表层通过大洋中脊而新生成的年物质总量（约 300 亿吨），更大大超过每年由地表水流搬运到海洋的岩土总量（约 165 亿吨）；现在人类建筑面积已占地球陆地表面积的 6%~8%，到 21 世纪中期很有可能达到 15%；人类活动的垂向深度也在不断加大，目前高层建筑物的基础深度可达 30m，地下工程可超过 100m，矿山工程可深至 2000~3000m，人工开挖的最高边坡已超过 600m。除此之外，水资源的开发利用量也是惊人的，到 20 世纪 90 年代，全球水资源的年使用量已达到 $3 \times 10^{12} \text{m}^3$ ，较 300 年前增长了 35 倍。

如此空前大规模开发利用矿产资源、土地资源、地下空间资源和水资源，不可避免地带来资源短缺、水盐失调、岩土体变形失稳、生态退化等诸多问题。事实表明，人类活动对地球表层系统的影响及其引发的危害，已达到与自然变化相当的量级；在局部地区，甚至几倍于自然的变化。在许多水资源大规模开发的地区，水文循环节律和循环方式发生了明显变化，水资源时空分布状况的巨变，导致河水断流，湖泊萎缩、干涸，湿地消失。缺乏合理规划和科学管理的工程活动正激发或加剧着崩塌、滑坡、泥石流、地面沉降、塌陷等地质环境问题的发生。大量废水、废渣、废气的随意排放，则是土壤污染、水体污染、生态恶化的主要“元凶”。

可以说，人类目前生活在一个资源短缺、环境恶化、灾害频发的地球上。我们的地球显得比任何时候更狭小、更肮脏和危机四伏。大自然已向我们敲响了警钟：人类在加速发展物质文明的同时，其放任的各种活动也正破坏着人类自身赖以生存和实现可持续发展的最基本条件——环境。

资源匮乏和环境恶化已成为当代全球关注的焦点，也是各国政府面临的棘手问题。要求扼制这些危机，获得良好的生存条件，更是广大民众的强烈呼声。在此形势之下，从20世纪60年代开始，联合国和各国际组织围绕“人与环境”这一主题，召开了各种会议，成立了众多机构，国与国之间也联手达成了种种协议，制订行动计划，为改善当今的环境状况，协调人与自然的关系而不懈努力。

在联合国的倡导下，1972年在瑞典斯德哥尔摩召开了世界性的人类环境会议。会议通过了《人类环境宣言》。宣言指出：保护和改善环境已成为人类一项迫切的任务……呼吁各国政府和人民为维护和改善人类环境、造福全体人民、造福子孙后代而共同努力。之后，第27届联合国大会接受并通过了环境会议的建议，规定每年6月5日为世界环境日。这次大会引起了全世界对环境问题的普遍关注。各国政府相继作出了反应：①成立了官方的专门行政机构；②采取了一系列经济手段和严格的立法措施；③控制环境污染和各种灾害的技术研究得到迅速发展；④一些发达国家还兴起了环保产业。

这场声势浩大的运动使环境保护取得了明显成效，严重的污染和生态破坏在一些国家已基本得到控制。但是，由于大多数发展中国家仍未摆脱经济落后、人口增长过快的窘境，全球性和区域性的环境问题仍日趋严重。鉴于此，1989年第44届联合国大会通过决议，定于1992年召开联合国环境与发展大会，同时提出“国际减灾十年计划（IDN-DR）”，我国也成立了“中国国际减灾十年委员会”，积极响应这一行动。

1992年，联合国环境与发展大会在巴西的里约热内卢召开。这次大会有183个国家派代表参加，102个国家的元首或政府首脑到会并发表讲话，会议取得了巨大成功。大会除重申了1972年的《人类环境宣言》外，还通过了《环境与发展宣言》、《二十一世纪议程》两个纲领性文件及若干公约《联合国气候变化框架公约》、《生物多样性公约》、《关于森林问题的原则声明》。我国政府从当代国际关系的高度阐述了中国环境保护的立场，并率先签署了两个公约，体现了中国作为一个大国对全球环境保护的责任感和改善我国环境状况的决心。我国政府对国际社会的承诺得到了世界各国的称赞。以此为契机，环境保护作为我国的基本国策开始全面启动。这次大会还对20年来世界环境保护的经验进行了总结，认识到环境问题对人类生存与发展的严重威胁和解决环境问题的迫切性，唤起了各国人民对环境问题的重视。人们已经意识到，在大自然面前人类不能为所欲为，必须对自己的行为负责，尊重自然规律，处理好人与环境的关系，合理开发利用资源，保护和改善环境，是全人类的共同使命，因为地球是我们的家园，人类只有一个地球！

社会实践是科学发展的源泉。任何学科都是随社会生产发展的不同阶段和不同要求而产生和发展的。在政治家、社会活动家为保护和改善人类环境积极活动的同时，自然科学和社会科学领域的科学家们也都投入到这一关系人类生存与发展的事业中来。在他们的共同努力下，环境科学应运而生。虽然到目前为止这门科学还比较年轻，仍处于发展阶段，但研究范围之广泛、出版物之多、资料之丰富、学术会议之频繁，都为科学史上所罕见。

由于人类环境涉及的领域广泛，影响要素众多，各要素之间的关系错综复杂，服务功能多样，所以，有人认为目前没有哪一个专门学科能够对环境领域提供一个较完整的论述。环境科学作为一个庞大的科学体系，具有多学科性。不同学科从不同角度，运用不同观点和方法研究和解决问题。然而，采用近代科学那种条分缕析、分门别类的“分割式”方法研究人类环境问题，尽管已取得了巨大成就，但也造成人们对客观世界认识的局限性、片面性。而以这种割裂的、片面性的认识来利用和改造统一的、整体性的“人类环境系统”，是产生环境问题的认识论上的根源。正是基于这一点，系统科学为环境科学走向整体化的发展道路奠定了坚实的基础。20世纪40年代末出现的以系统论、信息论、控制论为标志，并在以后几十年中逐渐完善的系统科学（包括系统论、系统科学方法论、系统工程三大组成部分）以其普适性和科学思维的先进性，横贯于所有的科学领域，并将现代科学推向了新的高峰。对此，俄罗斯学者Н. И. 茹可夫予以了高度评价，他认为系统科学的出现“彻底改变了世界的科学图景和当代科学家的思维方式”。受系统科学的影响，目前，环境科学已逐渐形成了一个层次分明、结构完整的宏大体系。它要求各相关学科在人与自然协调发展上得到统一。大量的研究成果表明，无论是分支学科之间的概念移植、理论渗透、类比推理，还是专业间协作攻关与交叉，都已显露出环境科学向立体化、综合化和整体化的发展态势。若追根溯源，可以这样说，20世纪70年代以来人类环境恶化的大背景，为环境科学的出现提供了契机，而系统科学的发展与成熟则用崭新的科学方法论武装了环境科学，使之步入了现代科学的行列，并带动和影响各分支学科未来的发展。

环境地质学是伴随环境科学的成长而发展起来的，它也经历了与环境科学相似的发展过程。尽管环境地质学在30多年的探索中，继承了传统地质学的无数成果和理论精华，但作为现代科学的一部分，必然也必须汲取相邻学科的最新理念和方法，尤其是在科学方法论上。它不应仅仅被视为地质学内部分化、重组和拼合的产物，而应站在全新的视角上，把握环境地质学被赋予的历史使命和学科发展的时代要求，在这些方面，地球系统科学理论的发展和人一地关系的深入研究或许已为该学科的形成与完善指出了方向。

二、环境地质学的研究主题

（一）关于环境地质学研究内容的若干提法

自1964年美国伊利诺伊州地质调查所学者James E. Hackett撰文讨论都市土地规划问题时提出“环境地质学（Environmental Geology）”一词，至今已过去了40余年。他的观点，即“环境地质学是研究和用地质学达到协调和完善状态的一个新方法”已逐渐淡出，但“环境地质学”一词则沿用至今，且成为一门新兴学科的名称一直被地学界所采用。

几十年来，有关环境地质学的定义和内涵的讨论始终没有间断。

1968年，W. J. Wayne认为：“在城市中心及靠近城市的地区，人类环境地质已变得更为重要。城市地质学已和环境地质学成为同义词了。”1969年，P. H. Moser指出：“环境地质学是运用地质学、水文地质学、工程地质学、地球物理学及其有关学科的原理，研究人类周围环境，更有效地利用天然资源的一门学科。”1970年，P. T. Flawn指出：“环境地质学是研究土地为人类所应用的全部范围，包括城市、农村和未来开发的原始地区，包

括自然资源的位置及开发、废物处理、块体运动及构造运动两者对建筑物的影响，以及岩土物质成分的细微变化对人类健康的影响。”进入20世纪80年代，Edward A. Keller在他所著的《环境地质学》中阐述了关于环境地质的七个基本概念（观点），并指出“当我们探索环境问题的本质时，环境地质学跨学科实质的重要性显而易见。大多数项目是复杂的并包括许多不同的方面，可概括为三类：物理的、生物的、人类利用及人类利益的”。此后，他于1998年进一步明确，“环境地质学是一门应用地质学，主要研究人与自然环境之间相互作用的各个方面”。

与此同时，我国学者也就环境地质学的内涵发表了各自的看法。1980年，刘东生和万国江等指出：“环境地质学是研究人类活动和地质环境相互作用的学科，是地质学的一个分支，也是环境地学的组成部分。”1983年，胡海涛和钟立勋指出：“环境地质学是应用地质学的基本原理，研究人类工程—经济活动与地质环境之间的相互作用，预测天然及人为地质作用的发生、发展规律，从而制订改造、利用和保护地质环境的规划、措施、方案，达到防止或减轻地质灾害，保护及改善地质环境质量的目的的一门综合性地质学科。”1995年，陈梦熊在《环境地质学理论基础与研究领域》一文中明确指出：“环境地质学是地质科学中一门新兴的属于应用地质学范畴的一个分支学科，它是一门综合性很强，以研究人—地关系为主，介于地质科学与环境科学之间的一门边缘学科或综合性学科。”1991年张宗祜提出，环境地质学应当是研究人类技术活动与地质环境相互作用影响的学科。此外，李鄂荣、朱大奎、潘懋、段永侯、徐增亮、戴塔根、哈承祐等学者也撰文或在教科书中阐述了一些很有见地的看法，此处不再一一介绍。

持上述观点的学者来自多个领域，其中既有从事理论研究的，也有从事工程技术或技术管理部门的学者和专家；有环境科学界的人士，也有地学界包括地质学、地理学，尤其是水文地质、工程地质专业的人士。他们的观点基本反映了目前国内外学术界对环境地质学的理解和主流。不应忽视的是，学术界也有反对的意见，如G. B. Oakeshott（1976）认为，环境地质是一个荒谬名词，又说“所有地质学都是环境的”。这些声音虽小，但也从另一个侧面反映出环境地质学在吸纳其他学科营养的过程中，一些概念、术语的缜密推敲还需进一步完善。即使持赞同意见的学者内部也存在某些分歧。其中一个较突出的问题是：环境地质学究竟是一门应用性的或定位于工程技术层次的学科，还是具有科学与技术一体化的基本特征。关于这个问题将在绪论的第三部分讨论。此处仅围绕上述各家观点中取得共识的问题——环境地质学的研究主题展开。

（二）环境地质学的研究主题

环境地质学研究的主题可以用一句话来概括，即研究人与地质环境的关系，简称人—地关系，包括：①地质背景、地质作用及其过程对人类的意义和影响；②人类活动引起的地质环境变化的地质学基础及社会学问题；③如何协调人与地质环境的关系。

1. 地质背景、地质作用及其过程对人类的意义和影响

在人—地关系中，地质环境对人类的意义和影响可以从以下两个方面认识：

（1）地质环境是资源的提供者

地质资源包括土地资源、水资源、矿产资源和景观资源。它们是人类生存发展所必需的物质基础。

土地资源 主要构成物是岩石和土壤。土壤是农、林、牧业利用的对象。它是岩石风